Zur Planmäßigkeit des Bergeversatzes mit besonderer Berücksichtigung des Ruhrkohlenbergbaues

---

Von der
Technischen Hochschule zu Breslau
zur
Erlangung der Würde eines Doktor-Ingenieurs
genehmigte
Dissertation

Vorgelegt von
Dipl.-Ing., Bergreferendar **Maximilian Natter**
aus Landstuhl (Pfalz)

Referent: Prof. Dr. Ing. Spackeler
Korreferent: Prof. Dr. Ing. Groß

Tag der mündlichen Prüfung: 26. November 1928

Erscheint auch in der Zeitschrift „Kohle und Erz“ 1929
Nummer 15 u. 16.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsübersicht.

Seite

Einleitung: Die Entwicklung des Abbaues mit Versatz und seine heutige Bedeutung 4

Hauptteil:

I. Untersuchungen über Gebirgsbewegung und der Einfluß einer Planmäßigkeit der Versatzwirtschaft 4

1. Die heutige Auffassung über die Gebirgsbewegung als Abbaufolge und Beeinflussung der Verhältnisse vor Ort durch den Versatz und die Abbaugeschwindigkeit . . 4

2. Eigene Untersuchungen verschiedener Flöze über die Abhängigkeit der Gebirgsbewegung von einem planmäßig ausgeführten Versatz und einem günstigen Abbaufortschritt . 5

a) Theoretische Betrachtungen als Grundlage der Versuche 5

b) Die Ausführung der Versuche 6

II. Schwierigkeiten einer planmäßigen Versatzwirtschaft . . 10

1. Untersuchungen des verschiedenartigen Versatzmaterials bei verschiedenem Einfallen und Vergleich der Bergemengen mehrerer Gruben 10

2. Beobachtungen über die gegenwärtige Verteilung des Versatzmaterials in der Grube 10

3. Folgerungen für eine geeignete Bergeorganisation . . 10

III. Ergebnis dieser Untersuchungen und Richtlinien für eine planmäßige Ausführung des Versatzes 11

Schluß: Zusammenfassung 12

Die Entwicklung des Abbaues mit Versatz und seine heutige Bedeutung.

Zu dem Versatzabbau mit fremden Bergen in Großem ging man im Steinkohlenbergbau nach Gerke[1]) erst in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts über. Die Veranlassung dazu gab einerseits der Schutz der Tagesoberfläche, andererseits wollte man ein Brechen des Hangenden vermeiden, um so die Steinfallgefahr und die Abbauverluste zu vermindern. Ferner erließ auch die Bergbehörde Vorschriften über die Ausführung des Versatzes. In den letzten Jahren erkannte man neben eben genannten Eigenschaften des Versatzes ein für den Betriebsmann fast noch wichtigeres Verhalten. Man sah ein, daß ein guter zeitlich eingebrachter Versatz es ermöglichte, den für eine vorteilhafte Gewinnung der Kohle nötigen Druck zu regeln. Dadurch konnte man einen schnelleren Verhieb mit seinen großen Vorteilen entwickeln, ferner die so teuere und namentlich für die Fettkohlenpartie so gefährliche Schießarbeit aus der Kohle beseitigen und die Gewinnungskosten wesentlich herabmindern. Der so erzielte gleichmäßige Druck sicherte die Abbauräume und ermöglichte lange Abbaufronten. Damit stellten sich jedoch neue Schwierigkeiten ein, die in der Notwendigkeit des schnellen Einbringens eines guten Versatzes in die ausgekohlten Hohlräume bestehen. In allerjüngster Zeit erwies sich als neues in Zukunft vielleicht größtes Hindernis die Beschaffung des Versatzmaterials. Damit ist das Problem des Versatzes zu einer der brennendsten Fragen des Steinkohlen- und besonders des Ruhrbergbaues geworden. Bei dem augenblicklichen starken Konzentrationsbestreben bleiben oft Hohlräume im Versatz offen, sei es im unbewachten Augenblick, sei es aus Versatzmangel; in anderen Fällen kann man dem Abbau mit dem Versatz nicht schnell genug folgen. Dazu kommt, daß das Versatzmaterial oft ungeeignet ist und daß seine Verteilung auf die Flöze Schwierigkeiten bietet. Bei Betrachtung dieser Verhältnisse erkennt man, daß bisher wenig Planmäßigkeit geherrscht hat, und mit Recht drängt sich die Frage auf: Ist es möglich, durch planmäßigen Handversatz ohne Mehraufwand an Versatzmaterial diese Schwierigkeiten zu überwinden und wenn möglich die „Vor-Ort"-Verhältnisse weiter zu verbessern?

[1]) Gerke, Bergbau 1915. Einige Bemerkungen zur Geschichte und Anwendung des Bergeversatzes.

I. Untersuchungen über Gebirgsbewegungen und der Einfluß einer Planmäßigkeit der Versatzwirtschaft.

1. Die heutige Auffassung über die Gebirgsbewegung als Abbaufolge und Beeinflussung der Verhältnisse vor Ort durch den Versatz und die Abbaugeschwindigkeit.

Um die Eignung eines planmäßigen Versatzes beurteilen zu können, ist es erforderlich, zuerst die Gebirgsbewegung als Abbaufolge zu untersuchen.

Vorab sei bemerkt, daß da, wo überwiegend Rücksichten auf die Tagesoberfläche zu nehmen sind, in der Regel Vollversatz erforderlich sein wird. Solche Gebiete scheiden aus den Betrachtungen dieser Arbeit aus.

Die der Gewinnung nutzbaren Kräfte am Kohlenstoß sind abhängig von der Beschaffenheit und Mächtigkeit der Hangendschichten, von der Größe des freigelegten Raumes zwischen Versatz und Kohlenstoß, von der Abbauart, von der Zahl und dem Verlauf der Schlechten, von dem Einfallen des Flözes sowie der Beschaffenheit und Mächtigkeit des Flözes und ganz besonders von der Schnelligkeit des Verhiebes. Je nach der Beschaffenheit des Hangenden, ob es elastisch oder starr ist, ob es eine einheitliche mächtige Schicht ist oder aus mehreren verschiedenartigen Bänken besteht, ob der freigelegte Raum vor dem Kohlenstoß groß oder klein ist, ob streichend oder schwebend, ob langsam oder schnell verhauen wird, ob flaches, mittelsteiles oder steiles Einfallen vorhanden ist, je nachdem werden sich die Gebirgskräfte verschiedenartig äußern. Für die Betriebsführung einer Grube gilt es, in diese von der Natur festgesetzten Bedingungen einzugreifen, indem sie die durch den Abbau im Gleichgewicht gestörten Kräfte so regelt, daß dieselben in ihrer Auswirkung Anteil nehmen an der Schaffung von guten „Vor-Ort"-Verhältnissen. Es gilt also, einen günstigen Druck auf die Kohle zu erhalten und die Stein- und Kohlenfallgefahr möglichst auszuschalten. Die Mittel, die dem Menschen zur Verfügung stehen, um diese vorhandenen Naturkräfte dienstbar zu machen, sind neben geeigneter Abbauart, flacher Abbauhöhe und Stellung des Stoßes vor allem die Abbaugeschwindigkeit und ein planmäßig ausgeführter Versatz. Weit verbreitet hat sich in Fachkreisen bereits die Erkenntnis von der Bedeutung der Zeit. Daß diese Frage nicht allein ein Problem des Ruhrbergbaues ist, sondern eine reine internationale Erfahrung darstellt, zeigt z. B. ein Aufsatz aus American Institute of Mining and Metallurgical Engineers,

paper Nr. 1594-F (1926), wo es meines Erachtens sehr richtig heißt: „Die Art, wie Flöz und Nebengestein während des Verhiebes arbeiten, und die Größe der ausgelösten Druckwirkungen während der Zeit, in der der Abbau in einem Feldesteile umgeht, werden in hohemMaße durch die Geschwindigkeit des Verhiebes beeinflußt". An der gleichen Stelle steht über die Gebirgskräfte geschrieben: „Sie haben zu Anfang auf keinen Fall ihren Maximalwert, vielmehr zeigen sie überall eine zunehmende Tendenz, indem sie erst nach einer gewissen Zeit von 0 bis zu einem Maximum anwachsen. Die Tatsache, daß dem Abbau der Kohle die Druckwirkungen nicht unmittelbar in ihrer ganzen Stärke folgen und daß die ausgelösten Kräfte sich nicht direkt im Brechen des Hangenden, Zerdrücken des Flözes und Quellen des Liegenden äußern, geben dem Zeitfaktor seine besondere Bedeutung bei der Gestaltung der Verhältnisse vor Ort. Die Abbaugeschwindigkeit wirkt insofern auf den Versatz, als dieser sich ihr natürlich anpassen muß. Daneben ist die Druckregelung aber auch durch den Abstand des Versatzes vom Stoß und durch die Ausführungsart des Versatzes bedingt. Zweck des Versatzes ist es, nach der heutigen Auffassung (wenn man wieder von der Frage der Rücksicht auf die Tagesoberfläche absieht), eine planmäßige Absenkung des Hangenden herbeizuführen. Das letztere ist nur möglich, wenn der Versatz das Hangende trägt. Es ist nachgewiesen, daß das Hangende sich auflockert und, daß auf den Stempeln des Abbaues und auf dem vorderen Teile des Versatzes nur das Gewicht der untersten Schichten des Hangenden liegt. Das Hangende bildet bekanntlich im Ruhrbergbau nur selten eine kompakte Schiefermasse oder festen, starren Sandstein. Meistens ist es aus biegsamen, wechselnden Schichten gebildet, sei es Schiefer-Sandstein oder umgekehrt. In der Literatur war die Frage, welche Schichten den Druck auf den Kohlenstoß erzeugen, die unteren oder die höheren Schichten, bisher wenig behandelt. Ueber das Verhalten von reinem Schiefer und eben solchem Sandsteinhangenden hat Spackeler im Glückauf 1927 geschrieben. Als meine Arbeit sich bereits der Vollendung näherte, erschienen jedoch eine Reihe von Aufsätzen über dieses Thema. Als ihr Ergebnis kann man hervorheben, daß alle trotz widersprechender Meinungen darin übereinstimmen, daß sie für den wirksamen Druck auf den Stoß zum Teil den Kämpferdruck, zum Teil horizontale Spannungen und Bewegungen verantwortlich machen. Vor allem aber stimmen die meisten darin überein daß für die Schaffung günstiger „Vor-Ort"-Bedingungen die durch den Abbau hervorgerufene Gebirgsbewegung so geregelt werden muß, daß eine bruchfreie Absenkung des Hangenden erzielt wird. Ein solches Tragen des Hangenden durch den Versatz hat man bisher ausschließlich durch Vollversatz zu erreichen versucht. Eine Klärung der Frage, ob eine Planmäßigkeit des Versatzes möglich ist, ohne überall zum Vollversatz gezwungen zu sein, ist nur möglich, wenn die Vorfrage des Ursprunges des nutzbaren Druckes beantwortet ist. Die Klärung dieser Frage ist daher zunächst erforderlich, bevor Richtlinien für die Planmäßigkeit des Versatzes gegeben werden können.

2. Eigene Untersuchungen verschiedener Flöze über die Abhängigkeit der Gebirgsbewegung von einem planmäßig ausgeführten Versatz und einem günstigen Abbaufortschritt.

a) Theoretische Betrachtungen als Grundlage der Versuche.

Bei der Bildung der einzelnen Flöze und Ablagerung der Schichten bewirkten die höheren sich neu auflagernden Schichten durch ihre Schwere einen verfestigenden Druck auf die darunterliegenden. Dieses währte solange, als sich neue Schichten ablagerten. War dieser Vorgang zu Ende, so waren die tieferen Schichten durch das Gewicht der überlagernden Schichten fest zusammengepreßt. Durch die Kompression sind Kräfte sowohl in den Flözen als auch im Liegenden und Hangenden aufgespeichert worden. Kommt von einer Seite der Abbau an ein Flöz heran, so suchen diese latenten Kräfte sich zu entspannen. Die Kohle sucht sich nach dieser Seite auszudehnen; denn Hilgenstock[2]) hat nachgewiesen, daß unter hohem Druck zusammengepreßte Kohle sich bei Entlastung um 2 Prozent ausdehnte. Diese Formänderung der Kohle geht aber, da sie unterhalb der Elastizitätsgrenze bleibt, ohne Rißbildung vor sich; sonst müßte allein durch die Expansion bei beginnendem Verhieb eines Abbaufeldes die Kohle gut gehen. Diese Erscheinung der Entspannung der Kohle trägt zweifellos zu einem guten Gang der Kohle bei. Doch tritt der für die Gewinnung ausschlaggebende Gang in der Kohle erst nach 20—30 m Verhieb ein. Der viel umstrittene nutzbare Druck entsteht meines Erachtens zum größten Teil nur durch die Wirkung der höheren Hangendschichten und bei quellendem Liegenden auch durch dessen Einwirkung. Der Druck auf die Kohle wird erzeugt dadurch, daß in den Hangendschichten durch den Abbau eine Bewegung hervorgerufen wird, die sich dann durch Senkung des Hangenden auf den Kohlenstoß auswirkt. Natürlich müssen die an der Bewegung beteiligten Hangendschichten auch mächtig genug sein, um bei eintretender Absenkung durch ihr Gewicht die Kohle lösen zu können. Also sind die untersten Schichten besonders, wenn dieselben nur aus losen Tonschieferpacken bestehen, ganz wenig am Druck auf die Kohle beteiligt. Je stärker diese Durchbiegung des Hangenden ist und je mehr Schichten daran beteiligt sind, desto größer wird der Druck auf die Kohle. Der Beweis für die Ansicht, daß der nutzbare Druck hauptsächlich durch die Absenkung der höheren Hangendschichten entsteht, ist der, daß bei einem kompakten und starren Sandsteinhangenden, das sich nicht durchbiegt, fast kein Druck auf der Kohle vorhanden ist. Im Ruhrgebiet sind jedoch die meisten Hangendschichten zusammengesetzt und bankig beschaffen, das Hangende löst sich blätterartig ab. Die Folge ist, daß auch unter Sandstein, da derselbe meist bankig beschaffen ist, ein guter Gang der Kohle vorhanden ist. Wir haben es also im Ruhrbergbau größtenteils mit dem durch das Absinken der Hangendschichten hervorgerufenen Durchbiegungsdruck zu tun. Der bei sprödem Gestein auftretende Kämpferdruck kommt für diese Arbeit nicht in Frage.

Dadurch, daß beim Abbau eines Flözes die Kohle herausgenommen wird, kommt das Hangende, je nachdem es zur rechten Zeit oder zu spät, gut oder weniger gut unterstützt wird, langsam oder schneller in Bewegung. Die untere Schicht löst sich gewöhnlich sofort ab, ohne einen nennenswerten Druck auf die Kohle zu erzeugen. Die nächsthöheren folgen bei mittelfestem Schiefer ziemlich gleichmäßig nach und erzeugen durch die bei der Durchbiegung entstehende Bewegung am Kohlenstoß die Auflockerung der Kohle. Geht der Abbau nur sehr langsam voran, oder ist der freigelegte Raum vor Ort zu groß, so werden auch die höheren Schichten sich zu stark durchbiegen, so daß die Kohle festgedrückt wird. Das „Abblättern" der Schichten (zwischen den Schichten bilden sich die sogenannten Weberschen Hohlräume) ist abhängig von der Elastizität derselben. Daher wird bei einem Hangenden, das aus Schiefer und Sandstein besteht, der Schiefer sich schnell durchbiegen, während der Sandstein langsamer folgt. Bei zwei Flözen, zwischen denen eine schwache Schicht liegt, darf der Abbau des unteren Flözes dann erst dem Abbau des höheren Flözes folgen, wenn das Hangende des letzteren sich fest auf den Versatz aufgelegt hat und auf diese Weise die höheren Schichten wieder ein größeres Gewicht erhalten, um bei eintretender Senkung des Hangenden die Kohle lösen zu können. Liegt zwischen den einzelnen Flözen eine starke Schicht, so braucht man wenig Rücksicht auf den Abbau des höheren Flözes zu nehmen, da das Gewicht der sich durchbiegenden Schichten hinreicht, um einen lösenden Druck auf die Kohle auszuüben. Also lediglich mehrere Schichtbänke gleich „wirksame Schichten" erzeugen den für einen guten Gang der Kohle erforderlichen Druck. Daher ergibt sich für die Betriebsführung die Aufgabe, die größte Durchbiegungsstelle — Punkt A in Abb. 1 — der „wirksamen Schichten" so weit in den Versatz zu legen, daß die Durchbiegung dieser Schichten nicht die Linie überschreitet die als die günstigste Durchbiegungslinie angesprochen wird.

Abb. 1

Ueberschreitet ein Hangendes eben genannte Linie, so tritt statt des lösenden, der verfestigende Druck ein (Spackeler, Glückauf 1927, S. 593 ff.). Da nun das Auftreten der Gebirgskräfte kein plötzliches ist, sondern ein allmähliches, so kann uns der Faktor Zeit ein Mittel an die Hand geben, den Versatz zur günstigsten Wirkung zu bringen. Die Betriebsführung muß also zunächst durch Versuche für die einzelnen Hangendarten das Optimum der Durchbiegung zu erreichen suchen. Dieses kann sie nur erzielen, durch Einführung eines schnellen Abbaufortschritts sowie besonders durch einen zeitig eingebrachten und planmäßig ausgeführten Versatz. Je größer die freigelegte Fläche zwischen Versatz und Kohlenstoß ist, d. h. je später zeitlich das jeder Unterlage beraubte Hangende unterstützt wird, desto mehr wird es sich durchbiegen, infolge der eigenen Schwere. Es ergibt sich die wichtige Tatsache, daß planmäßige Ausführung des Versatzes unbedingt vereint sein muß mit einer passenden Abbaugeschwindigkeit und einem gün-

[2]) Hilgenstock: Untersuchung über wechselnde Kohlenfestigkeit und ihren Einfluß auf das Lohnwesen. Glückauf 1909 S. 1857.

stigen Abstand des Versatzes vom Kohlenstoß, um gute „Vor-Ort"-Bedingungen zu erhalten.

Die Betrachtungen zeigen, daß der Versatz nur dann planmäßig genannt werden kann, wenn er an der Regelung der Absenkung des Hangenden von vornherein teilnimmt. Das ist nur möglich, wenn er das Hangende im gewollten, meist geringem Abstand vom Stoße trägt, was wiederum nur möglich ist, wenn er mauerartig unter das Hangende hochgeführt wird. Hauptpunkt bei Aufführung einer Mauer ist das Setzen der Steine. Der Mann muß bestrebt sein, die vorhandenen Stückberge möglichst mit der größten flachen Seite aufeinander zu setzen. Die meisten anfallenden Stücke sind eckig und haben vielfach nur eine kleine flache Auflageseite. Zahlreiche Beobchtungen haben mir gezeigt, daß unsere heutigen Bergleute die Steine meistens wahllos aufeinandersetzen, so daß eine Mauer beim geringsten Druck zusammenfällt. Eine Mauer muß gegen zwei Seiten Druck auffangen, einmal den vertikalen Druck des Hangenden, eventuell verstärkt durch quellendes Liegende, dann den horizontalen Druck der Versatzmassen, die unter dem Druck des Hangenden auszuweichen versuchen und so gegen die Mauer drücken. Eine Mauer aus wahllos aufeinandergesetzten Stückbergen vermag wohl den ersten Druck des Hangenden etwas aufzufangen, wird jedoch nach kurzer Zeit durch den seitlichen Druck des Versatzgutes herausgedrückt. Eine Mauer aus Lesebergen — meistens sind dieselben schiefrig und nicht groß — wird durch den Hangenddruck, sobald sich das Hangende auf die Mauer auflegt, auseinandergedrückt. Eine Mauer aus plattigen Sandsteinstücken mit durchschnittlich 35 cm Tiefe, die zu dieser Beobachtung auf Zeche Vondern aufgeführt wurde, fing alle Drücke gut auf; erst nach drei Wochen konnte festgestellt werden, daß die Steine durch den starken vertikalen Druck des Hangenden gesprungen waren. Der Druck der seitlichen Versatzmassen machte sich erst nach ungefähr 8—14 Tagen bemerkbar. Die Wichtigkeit einer ordnungsgemäß aufgeführten Bergemauer haben die Engländer schon lange erkannt, sie streuen sogar zwischen die einzelnen Bergestücke feines Material, um die Festigkeit der Mauer zu erhöhen. Wegen Mangel an Stückbergen ist es ausgeschlossen, gemauerten Vollversatz auszuführen. Planmäßigkeit des Versatzes wird darnach nicht so sehr durch den bisher in Deutschland üblichen, sogenannten Vollversatz, als durch planmäßige Ausführung von Mauern zur Regelung der Senkung des Hangenden erreicht. Daher muß hinter jeder Mauer loses Material aufgeschüttet werden, damit dieselben beim Einsetzen des Druckes nicht umfallen können.

Als wichtiger Punkt zur Regelung der Gebirgsbewegung ist ferner die Mächtigkeit des Flözes zu nennen. Die größte Durchbiegungsstelle des Hangenden darf, wie oben erörtert, auf keinen Fall so tief liegen, daß die Biegungsbeanspruchung desselben überschritten wird; dann würde das Hangende abreißen. Infolgedessen ergibt sich für mächtige Flöze die Notwendigkeit eines gut tragenden Versatzes; denn in einem solchen Falle wäre es bei schlechter Ausführung des Versatzes nicht möglich, trotz größter Abbaugeschwindigkeit den Punkt der größten Durchbiegung des Hangenden soweit nach rückwärts zu verlegen, daß die Hangendschichten eine günstige flache Lagerung einnehmen würden. Infolge einer mangelhaften Unterstützung des Hangenden wäre der freigelegte Raum vor Ort zu groß und die Durchbiegungswelle würde zu schnell folgen, so daß das Hangende sich nahe am Kohlenstoß zu stark durchbiegen würde. Es zeigt sich also, daß bei mächtigen Flözen unbedingt dichter Versatz erforderlich ist. Andererseits ergibt sich aber auch, daß für geringmächtige Flöze kein allzu dichter Versatz angewandt werden darf, da sonst den Hangendschichten die Gelegenheit genommen ist, sich bei schnellem Verhieb hinreichend genug durchzubiegen, um den nutzbaren Durchbiegungsdruck zu erzeugen. Aus all diesen Erwägungen läßt sich folgern, daß für die Gestaltung von günstigen „Vor-Ort"-Bedingungen und zur Erzielung eines nutzbaren Durchbiegungsdruckes die Hauptaufgabe der Betriebsführung sein muß, durch Versuche

1. eine Planmäßigkeit des Versatzes für die einzelnen Flöze zu schaffen, d. h. genau festzustellen, wie der Versatz in den Flözen unbedingt ausgeführt werden muß und in welchem Abstand vom Kohlenstoß er folgen muß.
2. Hand in Hand mit einem planmäßig ausgeführten Versatz eine günstige, dem jeweiligen Hangenden entsprechende Abbaugeschwindigkeit zu finden.

b) Die Ausführung der Versuche.

Nach diesen theoretischen Betrachtungen soll versucht werden, an Hand von praktischen Beispielen das Behauptete zu beweisen. Die Untersuchungen wurden hauptsächlich in flacher Lagerung vorgenommen, nicht nur weil diese 51 Prozent der Gesamtförderung des Ruhrgebiets liefert, sondern besonders, da gerade in flacher Lagerung der Versatz die größte Schwierigkeit bereitet und auch der Einführung einer größeren Abbaugeschwindigkeit hinderlich ist. Die meisten Untersuchungen wurden auf den der Gutehoffnungshütte gehörigen Zechen Vondern, Oberhausen, Jacobi, Ludwig und Osterfeld gemacht. Um das zeitliche

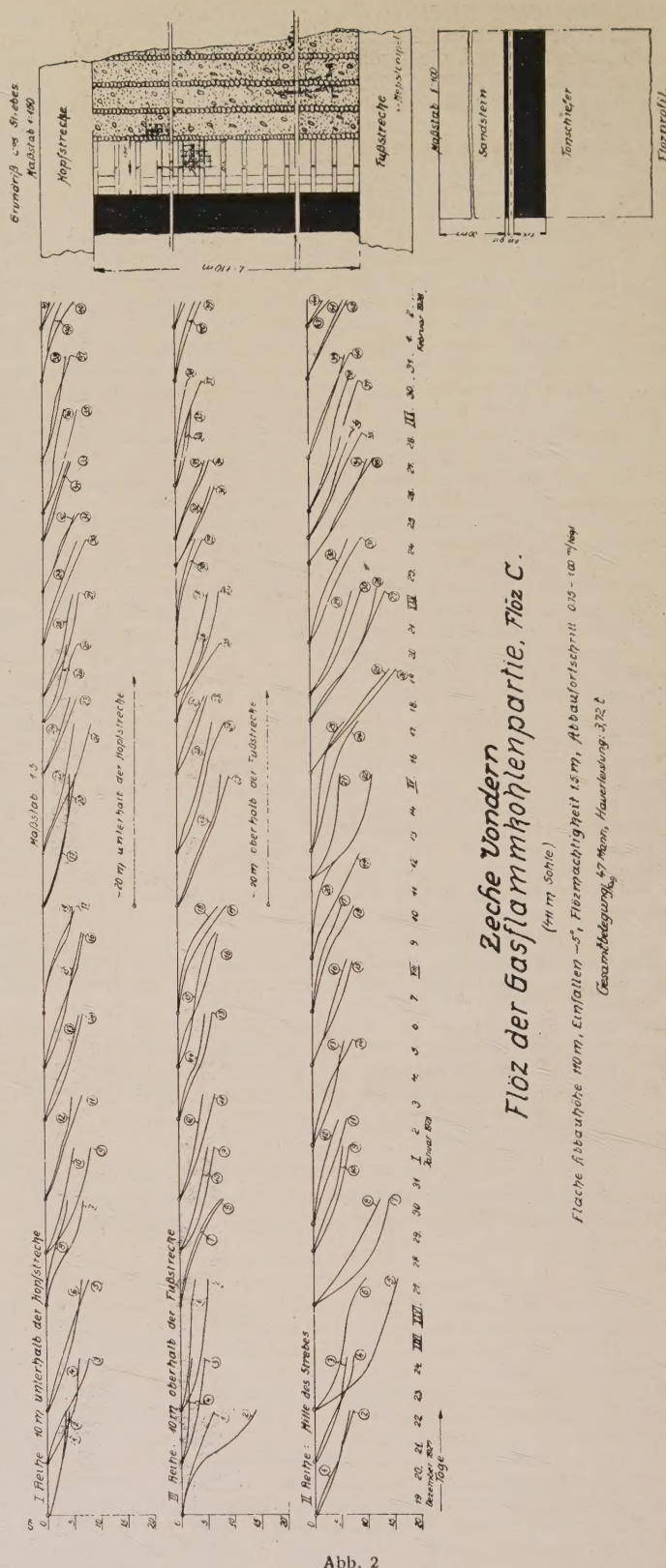
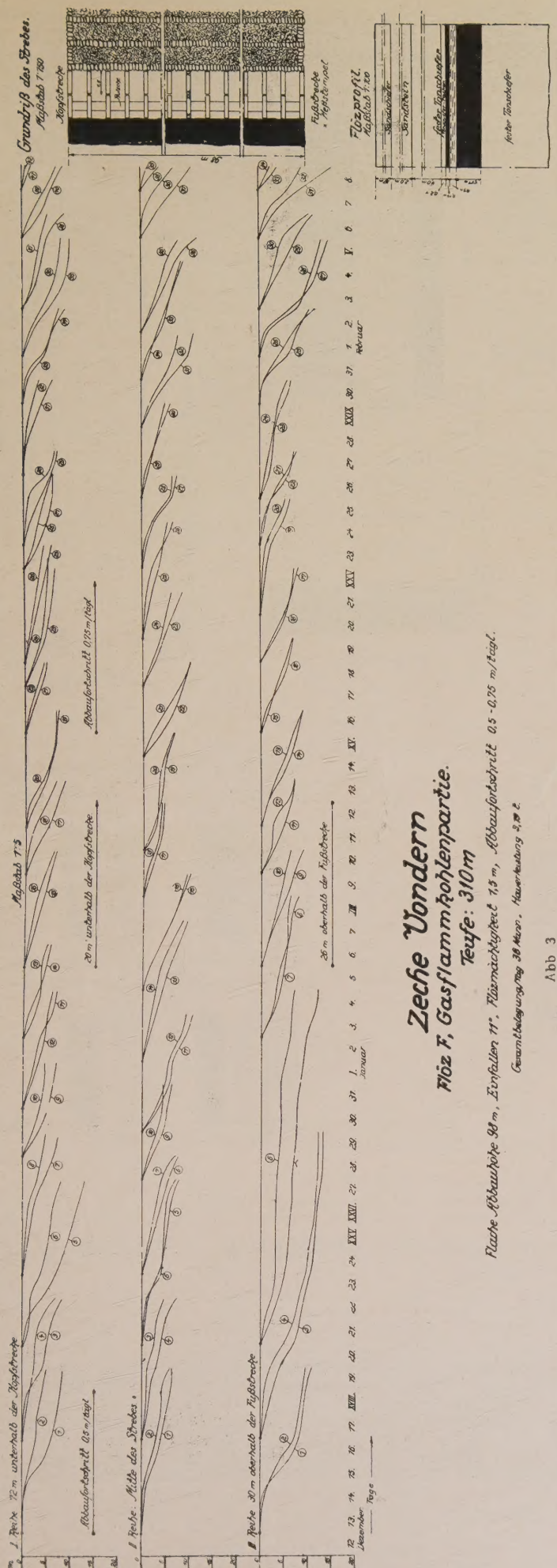


Abb. 2

Eintreten der Gebirgsbewegung verfolgen zu können, wurden verschiedene Meßmethoden versucht. Zuerst wurden eiserne Rohre bis zum festen Liegenden eingetrieben. Doch zeigte sich hier, daß, sobald das Liegende durch das Eintreiben der Rohre verletzt wurde, das Quellen einsetzte und die Rohre in die Höhe gedrückt wurden, so daß die Messungen ungenau wurden. Auch die Messungen mittels eines teleskopartig verschiebbaren Rohres wurden nicht angewendet, da bei den vielen Punkten zu befürchten war, daß leicht die Vermarkungen am Hangenden und Liegenden unkenntlich wurden. Deshalb wurde die Messung mit eisernen Stempeln, System Schwarz, als die sicherste und vor allem der Praxis am nächsten stehende gebraucht. Abb. 6 zeigt einen solchen Stempel. Oben wurde eine Marke eingekerbt, so daß man einen festen Anhaltspunkt für die Messungen hatte. Unten wurde ein Stück Rohr angeschweißt, mittels dessen der



Zeche Vondern
Flöz F, Gasflammkohlenpartie.
Teufe: 310 m

Fläche Abbauhöhe 98 m, Einfallen 11°, Flözmächtigkeit 1,5 m, Abbaufortschritt 0,5 - 0,75 m/Vogt.
Gesamtbelegung/Tag 38 Mann, Hauerleistung 3,19 t.

Abb 3

Stempel in eine eiserne Platte von ungefähr 4 cm Dicke gesteckt wurde. Die eiserne Platte wurde unterlegt, damit sich beim Setzen des Hangenden die Stempel nicht in das Liegende drücken konnten und so der ganze Druck möglichst vom Stempel aufgenommen werden mußte. Gemessen wurde von der Oberfläche der Platte bis zu oben genannter Marke. Die Stempel wurden in Abständen von 1,5 m gesetzt. In jedem Streb wurden etwa 20 m unterhalb der Kopfstrecke, sowie 20 m oberhalb der Fußstrecke solche Stempel eingebaut, um die Wirkung der Strecken auszuschalten. Ebenso wurden auch in der Mitte jedes einzelnen Strebes Meßstempel aufgestellt. Sobald die Einbrüche geschaffen waren, wurden sofort die Stempel gestellt und gemessen. Für das nächstfolgende Feld wurden neue Stempel gesetzt. Die Stempel blieben stehen, bis das betreffende Feld versetzt wurde, sodann wurden sie ausgewechselt und wieder am Kohlenstoß aufgestellt. Vor dem Auswechseln wurde jeder Stempel nochmals gemessen. Die Messungen wurden jeden Tag vorgenommen. Die Ergebnisse wurden in Form von Diagrammen aufgetragen, und zwar die Zeit in der Richtung der Abszisse und das Setzen in Zentimetern in der Richtung der Ordinate.

Versuche auf Zeche Vondern in Flözen der Gasflammkohlenpartie.

Folgende Tabelle gibt Auskunft über einige Flöze, in denen Versuche gemacht wurden.

Flöz	Dauer des Versuches	Einfallen °	Mächtigkeit m	Flache Bauhöhe m	Verhieb m/Tag	Gesamt-[3]) belegung Mann/Tag	Kohlenhauerleist. t/Mann
C	a) 19.12.27—9.2.28	5	1,5	110	0,75—1	47	3,72
	b) 19.12.27—2.2.28	5	1,5	110	0,75—1	47	3,72
F	a) 13.12.27—8.2.28	11	1,6	98	0,75	38	3,19
	b) 2.3.28—20.3.28	11	1,6	98	1,50	59	**3,94**

1. Flöz C. Gasflammkohle, Zeche Vondern.

In Flöz C (s. obige Tabelle) wurden zwei Versuche unternommen. Das Abbaufeld war bereits 23 m in streichender Richtung verhauen. Die sich bildenden Drucklagen waren ungefähr 30 cm mächtig. Die milde Kohle ging verhältnismäßig gut, sobald man die Einbrüche geschaffen hatte und auf den Lagen verhauen konnte. Bis zum Versatz blieben zwei Felder zu je 1,5 m Breite offen. Der Versatz wurde streichend eingebracht. Das Versatzgut bestand aus Kesselasche, feinschiefrigen, sehr feuchten Waschbergen, sowie wenigen Stück- und Lesebergen. Die beim Vortrieb der Kopf- und Fußstrecken anfallenden Stückberge genügten gerade, um die beiderseits zum Schutze der Strecke mitgeführten Dämme aufzuführen. Die wenigen fremd angelieferten Stücke reichten nur hin, um in dem 1,4 m hohen Hohlraum eine Mauer von durchschnittlich 0,5 m Höhe aufzuführen. Infolgedessen fiel in dem versetzten Feld das lose Versatzmaterial schief ab, so daß hier das Hangende in keiner Weise unterstützt war. Wurde nun das nächstfolgende Feld versetzt, so blieb in dem vorhergehenden Felde immer noch ein ganz beträchtlicher Graben offen, der erst durch das Setzen der Hangendschichten ausgefüllt wurde. Abb. 5 zeigt die Ausführung des Versatzes. Das Hangende bestand aus bankigem Sandstein. Die ziemlich elastischen Sandsteinbänke waren ungefähr 7 m mächtig und gegeneinander durch dünne Lettenschichten getrennt. Das Liegende war ein mittelfester Tonschiefer, der, solange er unverritzt blieb, nicht quoll.

a) 1. Versuch. Um das allmähliche Anwachsen der Gebirgskräfte in ihrem zeitlichen Verlauf zu beobachten, wurde in Flöz C eine Strecke von 37,5 m Länge im Versatz ausgespart. Abb. 8 zeigt die aufgenommenen Senkungskurven der Hangendschichten in Wochenabständen. Bei Punkt A findet der Uebergang der „wirksamen" Schichten aus der größten Durchbiegung in die horizontale Lage statt, und zwar in einer Entfernung von ungefähr 15 m vom Kohlenstoß. Wie in den theoretischen Betrachtungen bereits erwähnt wurde, muß dieser Punkt A möglichst weit im Versatz liegen, damit die Schichten eine günstige flache Lagerung auf den Kohlenstoß erhalten. In Flöz C hatte sich das Hangende zu stark gesenkt, der Punkt A lag zu nahe am Kohlenstoß, was sich ungünstig im Gang der Kohle auswirkte.

b) 2. Versuch. Abb. 2 zeigt die in einem Abbaustoße des Flözes C aufgenommenen Senkungskurven des Hangenden. Aus dem Gang der Kohle und dem etwas steilen Verlauf der Kurven läßt sich deuten, daß die Hangendschichten sich zu sehr gesenkt hatten. Dafür zeugt auch der Umstand, daß das Hangende über der festen Kohle bis ungefähr 2,5 m über den Kohlenstoß hinaus Risse parallel zum Stoß zeigte, sogenannte Schlattmann'sche Risse. Ferner konnte in Flöz C beobachtet werden, daß die unterste Schicht des Hangenden keinen nennenswerten Druck auf die Kohle erzeugt, ja im Gegenteil, wenn es eine weiche Schicht ist, den nutzbaren Druck der höheren Schichten ver-

[3]) Unter Gesamtbelegung sind gemeint die Kohlenhauer, Bergeversetzer, Rutschenumleger, ausgenommen sind die Kohlen- und Bergeschlepper.

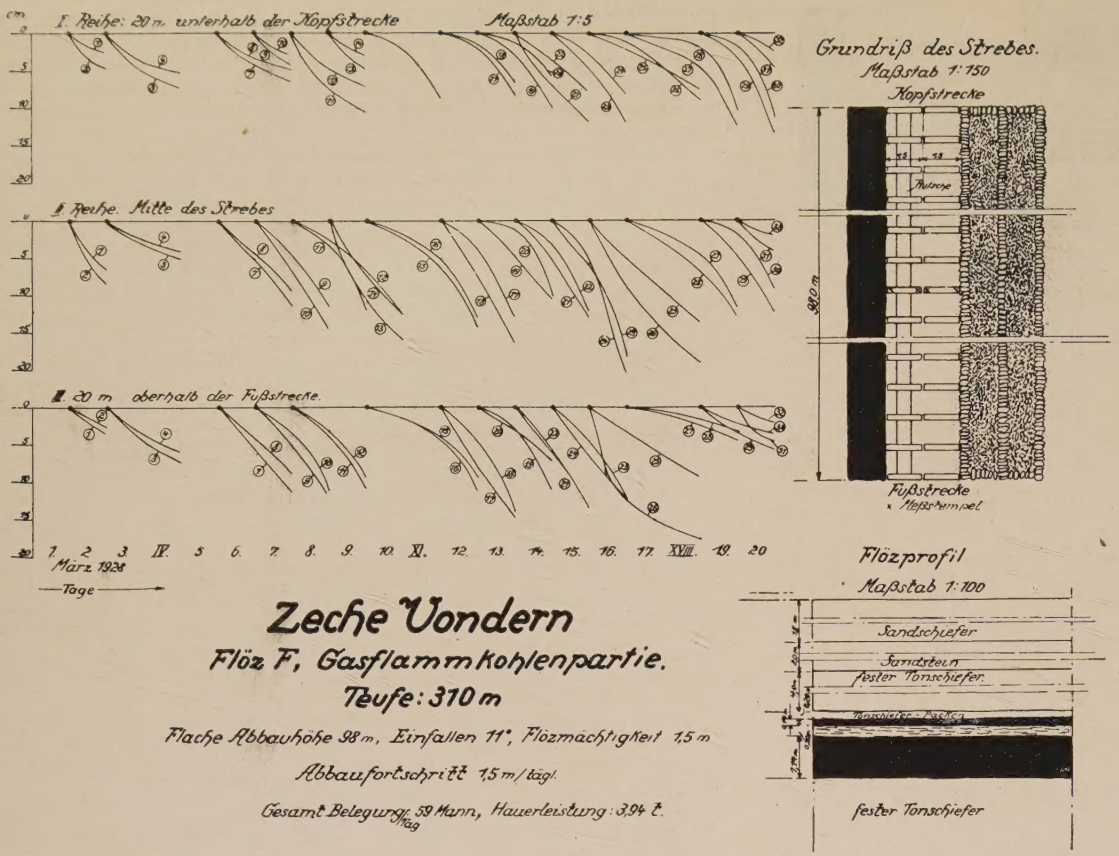


Abb. 4

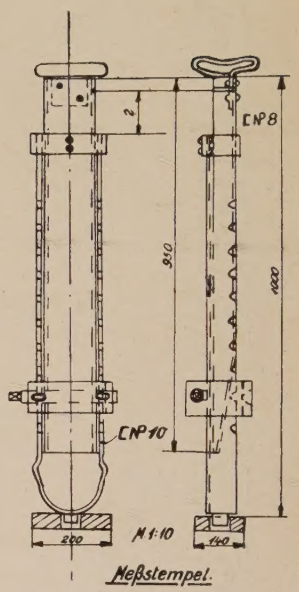


Abb. 6

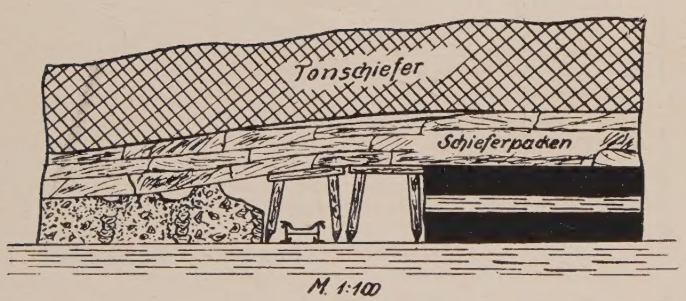


Abb. 5

Abb. 7

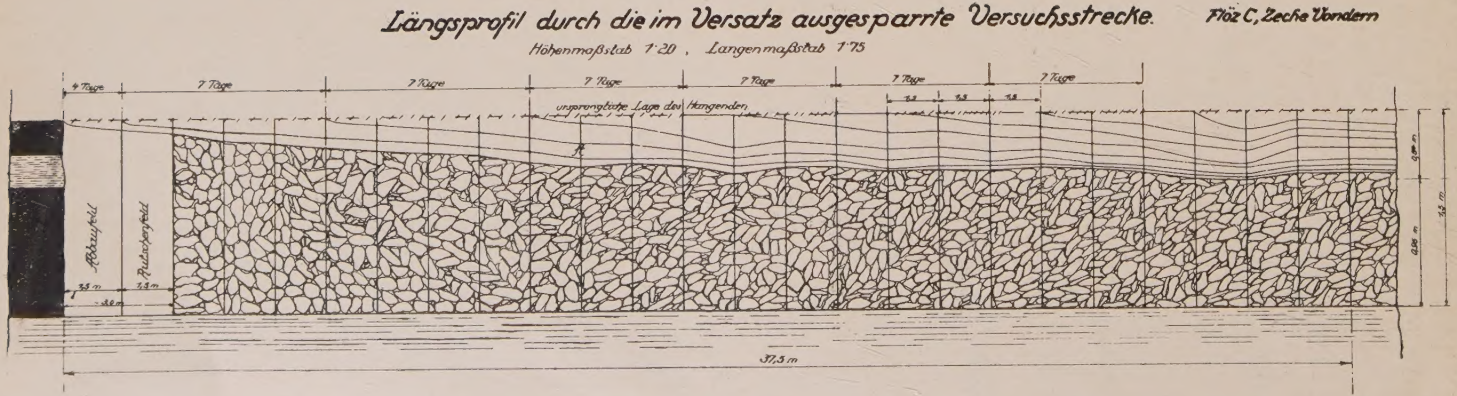


Abb. 8

mindert. Im unteren Teil des Strebes legte sich am Hangenden ein 1 m mächtiger loser Schieferpacken an, der den Ausbau bald zerdrückte, in sich verbröckelte und so eine Gefahrquelle durch Steinfall wurde. Es ergibt somit die Untersuchung des Flözes C, daß infolge Fehlens einer kräftigen Bergmauer

1. das Hangende nicht rechtzeitig unterstützt wurde, um es in dem zeitlichen Verlauf des Setzens so lange zu hemmen, bis der Abbau vorangeschritten war;
2. das Versatzmaterial nicht fest unter das Hangende hochgebracht wurde und infolgedessen die freigelegte Fläche zwischen Versatz und Kohlenstoß zu groß war, so daß das Hangende sich ungehindert setzen konnte.

Ferner zeigte sich, daß der Verhieb zu langsam vor sich ging, um den „wirksammen" Schichten eine flache Lage geben zu können. Würde in unserem Falle der Verhieb noch langsamer vor sich gehen bei der augenblicklichen Ausführung des Versatzes, so würde das Hangende hereinbrechen. Daß die Kohle mit dem Abbauhammer sich noch gewinnen ließ, ist darauf zurückzuführen, daß das Hangende wohl die Linie des günstigsten Druckes überschritten hatte, aber noch nicht die Linie des verfestigenden Druckes erreicht hatte. Aus diesem Beispiel läßt sich folgern, daß bei dieser Art des Hangenden — bankiger und ziemlich elastischer Sandstein — der Versatz nicht vollkommen dicht ausgeführt zu werden braucht unter der Voraussetzung, daß eine kräftige Bergemauer im günstigsten Abstand vom Kohlenstoß aufgeführt und der Abbaufortschritt erheblich vergrößert würde. Sicherlich hätten dann die Senkungskurven einen flacheren Verlauf aufzuweisen.

2. Flöz F, Gasflammkohle, Zeche Vondern.

In diesem Flöz wurden zwei Versuche unternommen. (S. Tabelle Flöz F, a und b.) Das Hangende bestand zuerst aus einem mittelfesten, 4 m mächtigen Tonschiefer, der sich ablöste gegen eine 2 m dicke Sandsteinbank, darüber folgte elastischer Sandschiefer. Das Liegende war ein ziemlich fester Tonschiefer. Der Verhieb erfolgte streichend, die Kohle wurde mittels Abbauhammer gewonnen. Zwei Felder zu je 1,5 m Breite blieben offen. Das Feld war bereits 130 m streichend verhauen. Der Versatz, der streichend eingebracht wurde, bestand hauptsächlich aus Waschbergen, Lesebergen und mehr oder weniger Aus- und Vorrichtungsbergen. Die Ausführung des Versatzes geschah in gleicher Weise wie beim ersten Beispiel, so daß das Hangende erst im 4. oder gar im 5. Felde unterstützt wurde. Bei Betrachtung der Senkungskurven — s. Abb. 3 — ist zu ersehen, daß dieselben etwas steiler abfallen, als bei dem vorherigen Beispiel, was auf das stärkere Durchbiegen des Schieferhangenden zurückzuführen ist. Am Ende der Meßzeit tritt in Abb. 3 plötzlich ein starkes Senken der Kurven ein. Dies erklärt sich daraus, daß in diesen Tagen weniger Versatzmaterial angeliefert wurde. Als Folge wurde die Kohle infolge des allzu großen Druckes so sehr gelockert, daß die dicken Lagen von selbst abplatzten und die Kohlenfallgefahr erhöht wurde. Es ergibt sich aus dem oben Angeführten, daß bei diesem Beispiel noch mehr als beim vorhergehenden infolge der ziemlich elastischen Schieferschicht das zu starke Durchbiegen des Hangenden zu früh erfolgte, was auf den geringen Verhieb und besonders auf die allzu große freigelegte Fläche sowie auf das Fehlen einer wirklichen Stütze des Hangenden durch den Versatz zurückzuführen war. In diesem Flöze folgte der größte Durchbiegungspunkt bereits in 7—10 m Entfernung vom Kohlenstoß. Gerade bei einem solchen Hangenden wäre ein frühzeitiges Unterstützen unbedingt erforderlich.

Abb. 4 bietet uns hierfür ein gutes Beispiel. Um den Zusammenhang zwischen Abbaugeschwindigkeit und rechtzeitiger guter Unterstützung des Hangenden im günstigsten Abstand vom Kohlenstoß richtig beurteilen zu können, wurde in eben beschriebenem Flöze der Abbaufortschritt verdoppelt auf 1,5 m pro Tag. Das Setzen des Hangenden wurde jeden Tag gemessen. Die Abb. 4 zeigt, daß die Kurven sehr steil abfallen, trotz des sehr schnellen Verhiebes, während man einen flacheren Verlauf der Kurven hätte erwarten sollen. Dies erklärt sich aus folgenden Umständen. Bei dem täglichen Abbaufortschritt von 0,75 m wurden in der Frühschicht die Einbrüche geschaffen und mittags an diesen Stellen der Versatz nachgeführt, wie Abb. $7a^1$ zeigt. In der nächsten Frühschicht wurde der Rest der Kohle herausgenommen und nachmittags das noch unversetzte Feld zugekippt. Ganz offen standen auf diese Weise 2 Felder — s. Abb. $7a^2$ —, da am ersten Tag die Kohlenpfeiler zwischen den Einbrüchen und besonders die Versatzpfeiler das Hangende noch so lange hochhielten, bis der Versatz ganz gefolgt war. Bei der doppelten Abbaugeschwindigkeit wurde in der Frühschicht die gesamte Kohle in einem Felde herausgenommen — s. Abb. $7b^1$ — und mittags versetzt — s. Abb. $7b^2$ —. In diesem Falle waren also eine bestimmte Zeit Hälfte der Frühschicht bis zur Hälfte der Mittagsschicht 3 Felder ganz offen. Wir sehen aus dem allzu starken Setzen des Hangenden, daß die freigelgte Fläche vor Ort für diese Hangendart — elastischer Tonschiefer — zu groß war und, daß man dieselbe nicht auf Kosten einer erhöhten Abbaugeschwindigkeit vergrößern darf. Nach diesen Erfahrungen wurde der Versatz schneller eingebracht, so daß der freigelegte Raum zwischen Versatz und Kohlenstoß nicht zu groß war. Das Hangende hielt sich dann sehr gut. Als Enderfolg war zu verzeichnen, daß die Stein- und Kohlenfallgefahr wesentlich behoben und die Leistung von 3,19 auf 3,94 t/Mann gestiegen war. Für dieses Flöz läßt sich sagen, daß zur Schaffung günstiger „Vor-Ort"-Verhältnisse nicht unbedingt ein dichter Versatz erforderlich ist, da dieses Hangende bei schnellem Verhieb leicht durch eine gute und rechtzeitig aufgeführte Bergemauer solange hochgehalten wird, bis der Abbau vorangeschritten ist.

Die Messungen in der Gaskohlenpartie wurden auf Zeche Jacobi vorgenommen. Das Hangende war meistens so beschaffen wie in der Gasflammkohlenpartie, ebenso war auch die Ausführung des Versatzes, so daß die Ergebnisse ungefähr die gleichen waren, wie in der Gasflammkohlenpartie.

3. Flöz Sonnenschein, Fettkohle, Zeche Neumühl.

Die Messungen in diesem Flöz wurden im Januar 1928 auf der Zeche Neumühl vorgenommen. Da jedoch wenige Messungen gemacht wurden, wurden dieselben nicht in Kurven aufgetragen. Das Hangende besteht zu unterst aus 2,5 m festem Sandschiefer, darüber kommen 3 m Sandstein und dann ungefähr 9 m Sandschiefer bis zum nächst höheren Flöz. Das Liegende ist ein fester Tonschiefer. Offen waren 2 Felder zu je 1,8 m. Die flache Abbauhöhe betrug 80 m, der tägliche Abbaufortschritt 1,8 m bei einer Gesamtbelegung von 34 Mann/Tag einschl. Schlepper. Die Kohlenhauerleistung betrug 4,2 t/Mann. Der Verhieb und das Versatzeinbringen erfolgte streichend. Die Flözmächtigkeit betrug 1,10 m. Die Kohle wurde mit dem Abbauhammer gewonnen. Der Abbau war ungefähr 200 m zu Felde gerückt. Der Sandschiefer im Hangenden war sehr stark durchklüftet, setzte sich den Messungen gemäß ziemlich gleichmäßig und zwar bei 10 m Entfernung vom Kohlenstoß um ungefähr 10 cm. Der höhere Sandstein hielt sich, solange es seine Kohäsionskraft zuließ und brach dann in einer Entfernung von ungefähr 20 m donnerartig ab. Ein sehr gutes Beispiel gab das Verhalten des Hangenden dieses Flözes dafür, daß man einem gutartig scheinenden Hangenden nicht allzuviel zumuten darf. Zuerst baute man dieses Flöz ab, indem man 3 Felder von je 1,8 m Breite offen hielt. Außerdem stand der Stoß parallel zum Verlauf der Schlechten, die sich auch im Hangenden fortsetzten. So kam es, daß plötzlich das Hangende am Kohlenstoß abriß. Der klüftige Sandschiefer, der sich vom Sandstein ablöste, konnte sich, da die freigelegte Fläche zu groß war und der Versatz zeitlich zu spät eingebracht wurde, zuviel durchbiegen, so daß die Elastizitätsgrenze überschritten wurde und ebengenannte Schicht abriss. Nach diesem Vorfall ging man dazu über, nur 2 Felder zu je 1,5 m offen zu halten, sowie einen dichten Versatz schneller einzubringen und erreichte so, daß das Hangende sich gut hielt. Es ergibt sich hieraus die Wichtigkeit, daß man keinem Hangenden eine größere freigelegte Fläche zwischen Kohlenstoß und Versatz zumuten darf, als dasselbe verträgt, ohne durchzubrechen. Bei dieser Art des Hangenden ist also unbedingt ein dichter Versatz in nicht allzu großem Abstand vom Kohlenstoß nachzuführen, da andernfalls der sehr brüchige Sandschiefer bald seine Elastizitätsgrenze überschritten hat und dann für den Abbau gefährlich wird.

4. Flöz O, Fettkohle, Zeche Neumühl.

Die Messungen wurden im Januar 1928 gemacht. Das Hangende war ein mächtiger Sandschiefer, der bankig beschaffen war und sich ziemlich gleichmäßig durchbog. Das Liegende war Sandstein. Ueber das Flöz folgende Zahlen: Mächtigkeit 0,5 m, Einfallen 20 Grad, offen 2 Felder zu je 1,8 m, täglicher Verhieb 1,8 m, flache Abbauhöhe 160 m, Gesamtbelegung 78 Mann pro Tag einschließlich Schlepper, Kohlenhauerleistung 3,8 t/Mann. Die Kohle ging sehr gut und ließ sich mit der Keilhaue hereingewinnen. Das Feld war in streichender Richtung 120 m verhauen. Der Abbau des Flözes war nur ermöglicht dadurch, daß man Blindortbetrieb eingerichtet hatte, da andernfalls der Abbau sich nicht gelohnt hätte wegen der geringen Mächtigkeit. Alle 15 m wurde ein Blindort von 2 m Breite mitgeführt. Eine gute Bergemauer wurde stets rechtzeitig aufgeführt. Der Durchbiegungsdruck äußerte sich bei dieser Ausführung des Versatzes und bei dem schnellen täglichen Verhieb äußerst günstig für die Gewinnung der Kohle. Bei diesem Beispiel war zweifellos die günstigste Linie der Durchbiegung der Hangendschichten erreicht worden. Ein vollkommen dichter Versatz wäre in diesem Falle verfehlt gewesen, da sich das Hangende bei dem schnellen Abbaufortschritt zeitlich nicht hätte genug durchbiegen können, um einen nutzbaren Druck zu erzeugen.

II. Schwierigkeiten einer planmäßigen Versatzwirtschaft.

Alle bisherigen Untersuchungen stimmen darin überein, daß eine Planmäßigkeit des Versatzes nicht ohne bestimmte Versatzmaterialien erreicht werden kann. Gerade in diesem Punkt ergeben sich erhebliche Schwierigkeiten, ohne deren Würdigung die gemachten Vorschläge nicht ausführbar sind. Daß der Versatz in letzter Zeit im Kohlenbergbau und hauptsächlich in flacher Lagerung nicht so ausgeführt wird, wie es eigentlich sein sollte, geschieht nur wenig absichtlich. In neuerer Zeit ist zu den vorhandenen Schwierigkeiten noch der Mangel an Versatzmaterial hinzugekommen. Ebenfalls fehlen auch die so nötigen Stückberge. Ferner reichen die maschinellen Einrichtungen heute nicht aus, um den Versatz in hinreichender Menge zeitlich früh genug in die geschaffenen Hohlräume zu bringen. Außerdem ermüden bei dem schwierigen Schaufeln aus der Rutsche besonders in niedrigen Flözen die Leute sehr bald, so daß auch deren Leistungsfähigkeit im Verlaufe einer Schicht nachläßt und die Leute dann gerne „Häuschen" bauen. Ein weiterer Umstand ist der, daß heute infolge Fehlens von Stückbergen oder sonstigem geeigneten Material meistens nur Wasch- und Haldenberge versetzt werden. Die Waschberge sind feucht, die Haldenberge ganz verwittert und sättigen sich bald mit Feuchtigkeit, so daß dieselben nur sehr schwer rutschen und infolgedessen die Hohlräume nicht so schnell verfüllt werden können, als bei gutem stückigem Material. Namentlich macht sich dieser Nachteil in der Gas- und zum Teil auch in der Gasflammkohle bemerkbar, wo die Wasch- und Haldenberge feinschiefrig und tonhaltig sind. Ein weiterer Umstand, der die Schwierigkeit des Versatzes steigert, ist der, daß man vielfach große Abbaufronten in den einzelnen Streben hat und schneller verhauen will, jedoch mit dem Versatz nicht folgen kann. In dieser Tatsache wird einer der Hauptmißstände in der Versatzwirtschaft erkannt. Wenn nicht genügend Material zur Stelle ist, oder eine Störung im Rutschenbetriebe eingetreten ist, werden meistens wahllos Hohlräume gelassen, um ja bis zur nächsten Kohleschicht alles versetzt zu haben, damit der tägliche Verhieb eingehalten werden kann. Für schnelleren Verhieb, also tägliches Umlegen der Rutschen, hat sich die flache Abbauhöhe von ungefähr 100 m als die günstigste erwiesen. Weiter wurde beobachtet, daß das erschwerte Einbringen des Versatzes in den meisten Fällen erhöht wurde durch ungeeignete Bergeorganisation, indem in eine Rutsche nasse Berge und gleich darauf trockene Berge gekippt wurden, so daß das Material sich in der Rutsche staute und überlief. Im folgenden soll an Hand von praktischen Untersuchungen die Versatzschwierigkeit in der Grube sowie die Bergeorganisation näher betrachtet werden, um so darzulegen, was der Ausführung eines planmäßigen Versatzes hinderlich entgegensteht. Da diese Fragen hauptsächlich für flache und mittelsteile Lagerungen in Betracht kommen, wurden die Gruben der Gutehoffnungshütte, Vondern, Jacobi und Oberhausen, die zum größten Teil flache Lagerung haben und daher mit großen Versatzschwierigkeiten zu kämpfen haben, als Beispiele herangezogen.

1. Untersuchungen des verschiedenartigen Versatzmaterials bei verschiedenem Einfallen und Vergleich der Bergemengen mehrerer Gruben.

Um die Schwierigkeiten des Versatzeinbringens besser beurteilen zu können, wurden zunächst Untersuchungen angestellt über das Verhalten des verschiedenen Versatzgutes bei verschiedenem Einfallen. Um eine einheitliche Grundlage für die Messungen zu haben, wurden bei jeder Messung die Rutschenmotore auf die Hubzahl n = 100/Min. sowie die Hublänge l = 110 mm eingestellt. Ferner wurde dafür Sorge getragen, daß bei jedem Versuch der Rutschenstrang gleiche Länge hatte und die Füllung der Rutschen möglichst gleichmäßig war. Mittels Stoppuhr wurde der in der Zeit-Einheit zurückgelegte Weg des Versatzgutes festgestellt. Um möglichst genaue Ergebnisse zu bekommen, wurden bei jedem Material ungefähr 20 Wagen des gleichen Gutes hintereinander in die Rutsche gekippt und dabei zahlreiche Messungen gemacht. Abb. 9 zeigt, daß das Hauptübel im Rutschen der Versatzmaterialien zwischen 0 und 4 Grad liegt, und zwar hauptsächlich bei feinem Schiefer sowie feinkörnigen Waschbergen. Die Messungen wurden bis zu einem Einfallen von 13 Grad aufgetragen, da die Ergebnisse bei größerem Einfallen zeigten, daß hier das meiste Versatzmaterial verhältnismäßig gut rutschte. Um den Mangel an Stückbergen nachzuweisen, wurden die Versatzmengen mehrerer Gruben der Gas- und Gasflammkohle sowie Fettkohle nach Sorten zusammengestellt. Der Vergleich ergab, daß überall ein sehr starker Mangel an Stückbergen herrschte.

2. Beobachtungen über die gegenwärtige Verteilung des Versatzmaterials in der Grube.

In mehreren Streben wurden Beobachtungen darüber angestellt, in welcher Verteilung das Versatzmaterial den einzelnen Betriebspunkten angeliefert wurde. Es ergab sich, daß die Verteilung des Versatzgutes ohne jedes System erfolgte. Auf einige Wagen trockene, stückige Berge folgten plötzliche nasse, feinschiefrige, dann wieder Asche, so daß das schneller rutschende

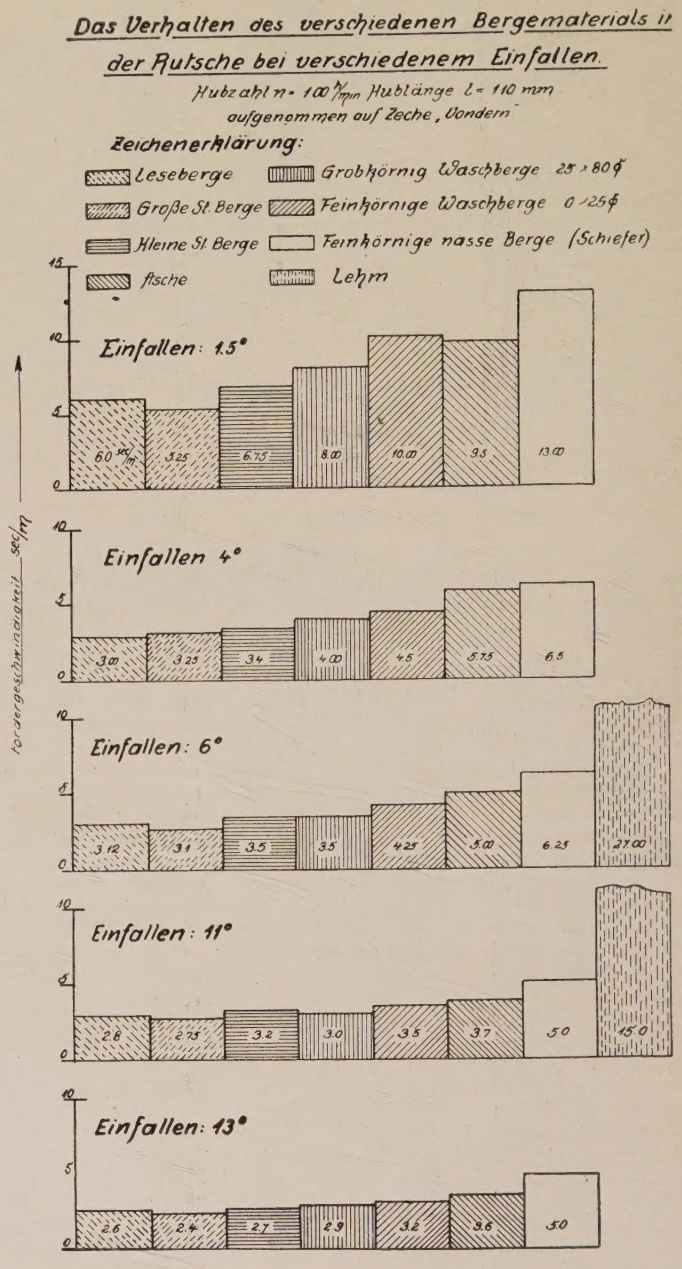


Abb. 9

trockene Material durch die langsamer rutschende nasse Masse gehemmt wurde und so die jedem Betriebsmann hinreichend bekannten Störungen, wie Ueberlaufen der Rutschen, Verschmutzen der Rutschenverbindungen, Umstellen der Motore auf andere Tourenzahlen usw. entstanden.

3. Folgerungen für eine geeignete Bergeorganisation.

Aus obigen Versuchen ergibt sich, daß die Betriebsführung bis zur vollen Lösung des Problems der Versatzmaschinen die Schwierigkeiten des Versatzeinbringens wesentlich vermindern kann, durch eine bessere Bergeorganisation. Zur Durchführung einer planmäßigen Versatzwirtschaft läßt sich aus den ersten Versuchen über das Rutschen schließen, daß das Versatzgut vorteilhaft folgendermaßen verteilt wird. In flache Lagerung gehört das am besten rutschende Gut und die Stückberge, in steile Lagerung das feinkörnige Material und kleinstückige Berge. Für

Gruben mit teils flacher und teils mittelsteiler oder steiler Lagerung ergibt sich obige Verteilung. Für Gruben mit nur flacher Lagerung ist unbedingt erforderlich, daß man das nur schwer rutschende Material, wie feine lettige Waschberge, Asche usw., in die Rutschen bringt, die das größte Einfallen haben, während man das grobkörnigere Gut den Rutschen mit flachem Einfallen zuteilt. Ist man gezwungen, die Einwirkung des Abbaues auf die Tagesoberfläche sehr zu berücksichtigen, wie z. B. zum Schutz großer Anlagen, so muß man in diese Feldesteile das feinkörnigere Material schaffen, da dasselbe die Hohlräume dichter ausfüllt als grobkörnige Stücke. Ferner muß man dafür Sorge tragen, daß das Gut, nicht wie bisher, planlos angefahren wird, sondern vorteilhaft in Zügen von 20—30 Wagen gleichen Materials zugeführt wird. Damit fällt der größte Teil der Störungen weg und der Versatz kann dem Abbau schneller folgen. Aus dem Vergleich der anfallenden Bergemengen der Gruben läßt sich ersehen, daß die Stückbergebeschaffung sich zu einem schwierigen Problem entwickelt. Doch auch hier wird eine geregelte Verteilung die Lage wesentlich verbessern. Man muß vor allem die flache Lagerung mit Stückbergen betrauen zur Aufführung von Bergemauern. Vieles läßt sich auch erreichen, wenn man von dem Prinzip der kürzesten Förderwege abgeht und die Stückberge der Aus- und Vorrichtung nicht sofort dem nächstliegenden Abbau zuführt, sondern demjenigen, der unbedingt solches Material benötigt. Neuerdings sucht man mit wandernden Holzpfeilern dem Stückbergemangel abzuhelfen.

III. Ergebnis dieser Untersuchungen und Richtlinien für eine planmäßige Ausführung des Versatzes.

1. Ergebnis der Untersuchungen.

Zusammenfassend ergibt sich aus den theoretischen Erwägungen und den angestellten Versuchen: Der Versatz wurde in den meisten Fällen ziemlich planlos eingebracht. Die Bergemauern wurden nicht bis unter das Hangende hochgeführt. Der meistens aus losem Material bestehende Versatz wurde bei streichendem Verhieb so ausgeführt, daß das Hangende viel zu spät unterstützt wurde, und zwar erst dadurch, daß sich das Hangende durchbog und auf den Versatz auflegte. Wohl versuchte man die Wirkung einer Bergemauer in steiler, vielfach auch in flacher Lagerung durch Versatzdraht zu ersetzen, doch entspricht dieses Hilfsmittel nie einer Mauer. Ebenfalls unterschied man in der Ausführung des Versatzes ganz wenig, ob das Flöz unbedingt einen vollkommen dichten Versatz brauchte, oder ob das nicht erforderlich war, weil man das Verhalten des Hangenden und Liegenden der einzelnen Flöze zu wenig untersuchte. Der Versatz, so wie er meistens ausgeführt wurde, trug zur Schaffung von günstigen „Vor-Ort"-Bedingungen nur wenig bei, da das Hangende infolge Fehlens einer guten Bergemauer zeitlich viel zu spät unterstützt wurde. Daher war die frei Fläche vor dem Stoß zu groß, so daß das Hangende sich zu stark durchbog, die Senkungskurven zu steil verliefen und als Folge die Kohle dann den gewünschten Gang nicht hatte. Dies bedingte daher wiederum, daß man einen schnelleren Verhieb nicht erzielen und auch die Stein- und Kohlenfallgefahr nicht vermindern konnte. Die Untersuchung des Flöz F der Zeche Vondern zeigte, daß man das allzu starke Setzen des Hangenden infolge schlechter Versatzausführung nicht aufhalten konnte durch einen schnelleren Verhieb. Bis zu einer gewissen Grenze läßt sich dieses durchführen. Doch darf ein Faktor nicht auf Kosten des anderen allzusehr vernachlässigt werden und dies ganz besonders nicht bei biegsamem Schieferhangenden. Durch einen schnelleren Verhieb will man erreichen, daß die „wirksamen" Schichten möglicht flach auf den Kohlenstoß zu liegen kommen. Jedes elastische Hangende verträgt jedoch nur eine ganz bestimmte freigelegte Fläche. Geht man darüber hinaus, so biegt es sich zu stark durch, trotz schnellen Verhiebes. Bei den untersuchten Beispielen in flacher Lagerung war der günstigste Abstand vom Kohlenstoß meistens 2 Felder, also 3 m, bei einem täglichen Verhieb von 0,75—1,5 m. Bei einem größeren Abbaufortschritt und bei rechtzeitigem Aufführen einer Bergemauer könnte man wohl bei den meisten Hangendarten mehr als 2 Felder offen lassen. Zusammenfassend ergibt sich aus den Untersuchungen, daß der Versatz jeweils der Eigenart des Flözes und besonders des Hangenden angepaßt werden muß.

2. Richtlinien für die planmäßige Ausführung des Versatzes.

Solange die maschinellen Schwierigkeiten des Versatzeinbringens noch nicht behoben sind, wird man mit dem Versatz dem Abbau nicht folgen können bei Beibehaltung der heutigen Versatzmethoden. Infolgedessen wird man auch an der Vergrößerung der Abbaugeschwindigkeit verhindert sein. Wenn es später bei Vervollkommnung der Versatzmaschinen ermöglicht wird, genügend Bergematerial in die ausgekohlten Hohlräume zu schaffen, so erhebt sich dann als ein noch viel größeres Hindernis die Wirtschaftlichkeit des Ruhrbergbaues. Abgesehen von dem ungünstigen Verhältnis zwischen Bergeversetzern und produktiven Kohlenhauern muß der Versatz in Bälde von weit auswärts herbeigeschafft werden, wodurch die Versatzkosten wesentlich gesteigert werden. Dieser Versatz besteht lediglich aus losem Sand und die schlechte Unterstützung des Hangenden bleibt weiter bestehen. Da ferner die Tonne Kohle durch den Versatz dann viel zu sehr belastet wird, so wird man gezwungen sein, auf dem Gebiete, das später am kostspieligsten wird, nämlich in der Versatzwirtschaft, nach Mitteln und Wegen zu suchen, um die Kohlengewinnung zu verbessern und zu verbilligen. Dies kann zu einem großen Teil erreicht werden durch Einführung einer planmäßigen Versatzwirtschaft. Um diese ausführen zu können, muß nach den angestellten Untersuchungen die Betriebsführung bei jedem Flöz zuerst das Verhalten des Hangenden beim Abbau untersuchen, dann unter Beachtung dieser Ergebnisse, ferner der Mächtigkeit und des Einfallens jedem Flöz den entsprechenden Versatz, sei es vollkommen dichten oder weniger dichten Versatz, zuteilen, ferner muß sie bestrebt sein unter sehr biegsamen Hangenden schneller zu verhauen als unter weniger elastischen Schichten, um so eine günstige Durchbiegung des Hangenden zu erhalten. Man erreicht so durch die Einführung eines planmäßigen Versatzes flachere Senkungskurven des Hangenden und damit einen besseren Gang der Kohle. Als weitere Folge läßt sich das Haupterfordernis des heutigen und noch mehr des künftigen Bergbaues, ein schnellerer Verhieb mit seinen bedeutenden Vorteilen, wie größere Leistung, Verminderung der Stein- und Kohlenfallgefahr durchführen.

Für einige der untersuchten Flöze ergibt sich z. B. in bezug auf Versatzausführung als zweckmäßig

Name des Flözes	Kohlenart	Zeche	Hangendes	Liegendes	Mächtigkeit	Einfallen	Versatzart
C	Gasflammkohle	Vondern	20 m bankiger Sandstein	fester Tonschiefer	1,5 m	5°	kein dichter Versatz bei Aufführen von Bergemauern
F	„	„	18m Sandschiefer 2 m Sandstein 4 m Tonschiefer	„	1,5 m	11°	„
Sonnenschein	Fettkohle	Neumühl	9 m klüftig Sandschiefer 3 m Sandstein 2,5 m Sandschiefer (klüftig)	„	1,1 m	5°	dichter Versatz
O	„	„	10m Sandschiefer	„	0,5 m	20°	Blindortbetrieb

Um die Wirtschaftlichkeit des Ruhrbergbaues nicht in Frage zu stellen und um die „Vor-Ort"-Bedingungen zu verbessern, muß man bei Ausführung eines planmäßigen Versatzes dazu übergehen in den Flözen, die gemäß den Untersuchungen zur Absenkung des Hangenden keinen dichten Versatz fordern, in bestimmtem Abstand vom Kohlenstoß rechtzeitig gute Mauern aufzuführen und hinter diesen statt der bisherigen willkürlichen Hohlräume solche absichtlich zu schaffen. Eine ähnliche Ausführung dieser vorgeschlagenen Versatzart wird im englischen Bergbau schon lange systematisch und mit der größten Sorgfalt angewendet. Der Engländer läßt sich bei Einrichtung seines Abbaues nur von dem Gedanken leiten, „Vor-Ort" günstige Verhältnisse zu schaffen, dahinter baut er das Hangende planmäßig zu Bruch. Die Wälle, die der Engländer aufführt, werden mit größter Genauigkeit soweit auseinandergesetzt, daß dazwischen das Hangende durchbrechen muß und das Ganze einem Brückenbau gleicht, während „Vor-Ort" die untersten Schichten durch den starren Ausbau hochgehalten werden. Die Steine zur Aufführung der Wälle werden aus dem alten Mann herausgeholt. Ueber die Ausführung des Versatzes steht in Colliery Engineering, April 1926, geschrieben: „Es wird großer Nachdruck auf die eigentliche Ausführung des Versatzes gelegt, welcher einen wichtigen Faktor bei diesem System bildet. Ein lose aufgeführter Versatz, der einen Zwischenraum unter dem Hangenden läßt, ist unwirksam." In unserem Falle soll weder das Hangende, wie es beim englischen Bergbau stattfindet, noch das Liegende verletzt werden, sondern in dem Versatz, wie er bisher ausgeführt wird, sollen planmäßig Hohlräume ausgespart werden, ohne daß dadurch die „Vor-Ort"-Bedingungen geschädigt, ja im Gegenteil verbessert werden.

Bei Einführung obengenannter Versatzart muß also ganz besonderer Wert darauf gelegt werden, daß die einzelnen Mauern gut ausgeführt werden, da Hohlräume freigelassen werden sollen. Die freigelegte Fläche vor Ort darf das Maß, das das Hangende verträgt, nicht überschreiten. Ferner muß der tägliche Verhieb so geregelt sein, daß die wirksamen Schichten möglichst flach zu liegen kommen. Dadurch, daß das Hangende in bestimmten Abständen vom Kohlenstoß kräftig unterstützt wird, werden auch

weiter rückwärts im Versatze die Mauern, sofern sie gut ausgeführt sind, das Hangende nur langsam setzen lassen, so daß vor Ort die Linie der günstigsten Durchbiegung des Hangenden nicht überschritten wird, zumal ja in diesem Falle ein sehr schneller Verhieb möglich ist. Am besten eignen sich für diese Versatzart Hangendschichten, die elastisch sind, aber sich nicht zu schnell durchbiegen. Ein weiterer Punkt, der als Vorbedingung zur Durchführung dieses Versatzes erfüllt werden muß, ist der Abbau in großen Fronten. Da bei dem Versatz mit einzelnen Mauern Hohlräume geschaffen werden, wird sich zweifellos später das Gebirge stärker setzen. Daher wird vorteilhaft bei diesem Verfahren die Tagesoberfläche in langer Front gleichmäßig gesenkt. Ein möglichst gleichmäßiges Senken des Gebirges läßt sich in der Grube erreichen dadurch, daß man in großen Fronten und schnell verhaut. Unter großer Abbaufront soll keineswegs ausgedrückt werden, daß man die einzelnen Abbaustöße möglichst groß macht und dann mit dem Versatz dem Abbau nicht folgen kann, sondern daß mehrere nicht allzu große Stöße in einer großen Front übereinandergestellt werden. Ferner darf bei Einführung dieses Versatzes in einzelnen Flözen nicht von der üblichen Regel abgewichen werden, vom Hangenden nach dem Liegenden zu bauen. Die Flöze, in denen planmäßige Hohlräum geschaffen werden, müssen im Abbau den darunterliegenden Flözen soweit voraus sein, daß das Hangende sich bereits fest auf den Versatz und somit auch auf das Liegende aufgelegt hat und so der Druck auf die Kohle nicht aufgehoben wird. Es ergibt sich hiermit, daß diese Versatzart nur durchführbar ist, wenn folgende zwei Bedingungen streng erfüllt sind:

1. Kräftige Unterstützung des Hangenden durch gute Bergewälle im günstigsten Abstand vom Kohlenstoß.
2. Das Hangende muß biegsam sein.

Für die Ausführung dieses Versatzes kommen nicht in Frage Abbaufelder, bei denen wegen des Schutzes der Tagesoberfläche unbedingt dichter Versatz eingebracht werden muß. Die Magerkohlenpartie kommt ebenfalls nicht in Betracht, da man hier meistens steile Lagerung hat und keine Versatzschwierigkeiten bestehen. Ferner fallen Flöze, die gebräches Hangende haben, weg, zumal man bei diesen Flözen keine großen Abbaufronten anwenden kann. In Flözen unter 1 m wird man dort, wo es die Oberfläche zuläßt und das Hangende einigermaßen gut ist, Blindortbetriebe einführen. In Flözen über 1 m Mächtigkeit ist der Blindortbetrieb nicht mehr angängig, da man sonst im Hangenden zu hoch nachschießen müßte, um die nötigen Versatzmengen zu bekommen. In Flözen bis zu 1,5 m Mächtigkeit ist oben genannte Versatzart angebracht, sofern das Hangende dazu geeignet ist. Diese Zahl 1,5 m ist nicht als oberste Grenze zu betrachten, sondern bei einem gutartigen Hangenden kann man in der Mächtigkeit der Flöze etwas höher gehen, und umgekehrt darf man bei einem sehr biegsamen Hangenden nicht bis 1,5 m gehen, da andernfalls die Durchbiegung der Schichten zu groß würde. Ohne weiteres durchführbar ist dieses System des Versatzes mit einzelnen Mauern in verschiedenen Flözen der Gas- und Gasflammkohle. Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß ausgeführte Versuche mit dem „Wallversatz" neben Ersparnis an Versatzgut sowie an Bergeversetzern vor allem bessere „Vor-Ort"-Verhältnisse ergaben. Die Kohle ging jetzt besser und die Steinfallgefahr wurde beträchtlich vermindert.

Zusammenfassung.

Nach einleitenden Bemerkungen über die Entwicklung des Bergeversatzes wird die heutige Auffassung über die Gebirgsbewegung sowie deren Beeinflussung durch die Abbaugeschwindigkeit und den Versatz dargelegt. Anschließend erfolgt die theoretische Betrachtung über den Ursprung des nutzbaren Druckes und dessen Regelung durch einen planmäßig ausgeführten Versatz sowie die Abbaugeschwindigkeit, was dann an Hand von praktischen Beispielen nachzuweisen versucht wird. Sodann werden die heutigen Versatzschwierigkeiten erörtert. Nach der Auswertung der Untersuchungen wird versucht, Richtlinien für die Ausführung eines planmäßigen Versatzes aufzustellen.

Die Ausführung dieser Arbeit war mir ermöglicht durch das freundliche Entgegenkommen der Bergwerksverwaltung der Gutehoffnungshütte. Es sei der Verwaltung auch an dieser Stelle mein Dank ausgesprochen. Zu besonderem Dank bin ich Herrn Bergassessor Nebelung verpflichtet, der mich durch Rat und Hilfe bei der Ueberwindung der technischen Schwierigkeiten der Arbeit sehr wertvoll unterstützte.

Ebenfalls bin ich zum Dank verpflichtet für freundliche Unterstützung Herrn Prof. Dr.-Ing. e. h. Herbst, Herrn Bergassessor Dr.-Ing. Winkhaus, Herrn Bergassessor Dr.-Ing. Haak, Herrn Bergassessor Mommertz und der Verwaltung der Zeche Neumühl.

Lebenslauf.

Geboren am 7. November 1903 zu Merzalben (Rheinpfalz) besuchte ich daselbst die Volksschule. Das Abitur machte ich im April 1922 am humanistischen Gymnasium zu Lohr am Main. Die vorgeschriebene bergmännische Praxis legte ich auf den Gruben des Saargebiets ab. Vom W.-S. 1922 bis zum W.-S. 1923 besuchte ich die Technische Hochschule zu München. Anschließend siedelte ich zur Bergakademie Clausthal i. H. über, wo ich im Juli 1927 mein Dipl.-Ing.-Examen ablegte. Sodann fertigte ich auf den Gruben der Gutehoffnungshütte (Oberhausen) meine Doktorarbeit an. Im März 1928 erfolgte meine Ernennung zum Bergreferendar.

Maximilian Natter.

Großdruckerei Paul Dünnhaupt, Köthen i. Anh.